

Charge asymmetry in b-quark production at CM energies between 55 and 64 GeV in e⁺e⁻ annihilation

著者	白形 政司
内容記述	Thesis (Ph.D. in Engineering)--University of Tsukuba, (A), no. 990, 1992.3.25
発行年	1992
URL	http://hdl.handle.net/2241/2923

氏 名(本 籍)	白 形 政 司 (愛 媛 県)
学 位 の 種 類	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 990 号
学位授与年月日	平成 4 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	工 学 研 究 科
学 位 論 文 題 目	Chearge Asymmetry in b-Quark Production at CM Energies between 55 and 64 GeV in e^+e^- Annihilation (重心系エネルギー55～66GeVでの電子・陽電子対消滅反応に於けるbクォーク生 成荷電非対称性)
主 査	筑波大学教授 理学博士 森 茂 樹
副 査	筑波大学教授 理学博士 小 川 泰
副 査	高エネルギー物理学研究所教授 理学博士 高 崎 史 彦
副 査	筑波大学助教授 理学博士 浅 野 侑 三

論 文 の 要 旨

本論文は高エネルギー物理学研究所(以下、高エ研)で建設され、現在実験が行われている電子・陽電子衝突型加速器(e^+e^- コライダー)、TRISTANの主要実験の1つであるVENUS検出器の実験で、特にbクォーク対生成において起こる荷電非対称の現象を解明することを主な目的としている。

VENUSグループはTRISTANで行われている3つの主要な実験の1つで、筑波大学を含む大学連合と高エ研の研究者からなる実験グループである。TRISTANはまだ発見されていない6番目のクォークであるtクォークを発見し、更に電弱相互作用を記述するゲージ理論で対称性の破れを説明すると考えられているヒッグス機構を司さどるヒッグス粒子の発見や、第4世代のレプトンやクォークの発見を目的として建設された。しかし、現在tクォークの質量は90GeVより重く、TRISTANで発見出来ないことが判明した。また、最近米国SLACとヨーロッパ原子核研究機関、CERNのLEPの実験によって軽い中性微子を含む第4世代も存在しないことが明らかになった。これまで素粒子の標準理論と矛盾する実験結果は得られていないが、標準理論を検証する1つの方法として、光子と中性弱ゲージボゾン Z^0 との干渉として現れるクォーク対生成における荷電非対称の測定がある。この非対称現象はTRISTANのエネルギー領域で最大になるので、標準理論の検証として重要である。

本論文は筑波大学グループが中心となって建設を行ったミュー粒子検出器を用いて、 e^+e^- 衝突か

らのハドロンイベントの中から、高エネルギーのミュー粒子を含むイベントを選び、ミュー粒子の角度分布の測定からbクォーク対生成における荷電非対称を決定する。b (又は、 \bar{b} , 反bクォーク) は半レプトン崩壊で μ^- (又は、 μ^+) とc (チャーム) クォーク (又は、 \bar{c}) に崩壊する。この崩壊過程はミュー粒子を含むハドロンジェットとして観測される。このミュー粒子の電荷からbクォークか、反bクォークかを決定できる。ミュー粒子を含むハドロンジェット・イベントには、この他にcクォークの半レプトン型崩壊によるものと、軽いクォーク対生成で生まれる電荷 π メソンやKメソンの崩壊から生じるミュー粒子を含むイベントがバックグラウンドとして存在する。更に、ジェットの中のハドロン (メソンや重粒子) をミュー粒子と誤確認するバックグラウンドもある。幸いにも、bクォークの質量が重いので、bクォークから直接崩壊によって生じるミュー粒子は、ハドロンジェットの中でジェット軸に対して大きい垂直方向の運動量をもつ。このことを利用して、bクォークから直接崩壊するミュー粒子イベントを相対的に多く含むイベントサンプルを取り出すことができる。バックグラウンド・イベントは詳細にわたって、モンテカルロ・シミュレーションによって行われた。本研究では、ミュー粒子の垂直運動量に対するbクォーク直接イベントとバックグラウンド・イベントの割合を検討して、ミュー粒子に対してより大きい垂直運動量を要求している。このようなミュー粒子は他のジェット粒子から離れて現れるので、孤立ミュー粒子イベントと呼ばれる。孤立ミュー粒子の検出では、内部飛跡検出器からのトラックと最外部に位置するミュー粒子検出器のトラックとのマッチングから行われた。

当研究で取り扱われたデータは、積分ルミノシティが 60.8pb^{-1} に対応し、平均重心系エネルギーは 58.4GeV である。得られたR-比、 R_b 、と荷電非対称値、 A_b 、は

$$R_b = 0.78 \pm 0.14 \text{ (stat.)} \pm 0.11 \text{ (sys.)}$$

$$A_b = -0.50 \pm 0.18 \text{ (stat.)} \pm 0.11 \text{ (sys.)}$$

となり、標準理論から予測される $R_b = 0.58$, $A_b = -0.59$ と一致している。ミュー粒子の検出効率の算定や、シミュレーションで用いられた物理量の不確定性などに対して詳細な検討が行われて系統誤差が算出された。

得られた荷電非対称値から、 $B^0 - \bar{B}^0$ の振動のミキシング・パラメータが求められ

$$x = 0.12 \pm 0.03$$

で与えられる。これまで測定されているdクォークからのミキシング $x_d = 0.167 \pm 0.033$ の結果から、sクォークからのミキシングが $x_s = 0.41 \pm 0.27$ と求まり、 B_s^0 ミキシングがゼロでないことを示唆する結果を得た。

審 査 の 要 旨

著者はVENUSグループの一員として、TRISTANの素粒子実験に参加し、ミュー粒子検出器の改善、維持・運転を行っている。又、前後方ミュー粒子検出器の建設とデータ解析法の確立のために貢献した。本研究はミュー粒子を含むハドロン・イベントの解析によって、bクォーク対生成にお

ける荷電非対称の測定を行って、素粒子の標準理論の検証を行うことを目的として行われた。ハドロン・ジェット軸に対して大きい垂直方向の運動量成分をもつミュー粒子イベントを選別して、 b クォークから直接生じるミュー粒子イベントに対する他のバックグラウンド・イベントを最小にする。詳細なモンテカルロ・シミュレーションによって、バックグラウンドの寄与を算出している。ミュー粒子の誤同定を最小にする解析法も確立した。

又、荷電非対称の測定結果から、 $B^0-\bar{B}^0$ のミキシング・パラメータを決定して、 B_s^0 ミキシングがゼロでないことを示唆する結論を得た。

著者が本研究を通して行ったVENUS実験全体に対する貢献度は高く評価され、論文及び研究の内容も優れている。

よって、著者は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。